

TARTU ÜLIKOOL

Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

**Maarja Kuuskvere**

**Ultra-jalgrattaspordi mõjud sportlase organismile**

**Ultra-cycling effect on the athlete's condition**

**Bakalaureusetöö**

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendaja: *MSc* A.Kivil

Tartu 2016

## Sisukord

KASUTATUD LÜHENDID .....	3
SISSEJUHATUS .....	4
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	5
1.1. Ultravastupidavusalade olemus .....	5
1.1.1. Race Across America .....	5
1.1.2. Tour de France.....	6
1.1.3. Ultratriatlonid .....	7
1.1.4. Ultravastupidavussportlase füsioloogilised iseärasused.....	7
1.2. Sportlase energiakulu ultravastupidavusliku tegevuse ajal .....	8
1.2.1. Negatiivne energiabilanss.....	8
1.3. Sportlase energiaallikad kehalise pingutuse ajal .....	10
1.3.1. Süsivesikud.....	10
1.3.2. Glükogeenivarud .....	11
1.4. Vedelike puudus ultravastupidavusliku pingutuse ajal .....	12
1.4.1. Dehüdratsioon.....	13
1.4.2. Hüponatreemia.....	14
1.5. Ultravastupidavussportlase südame löögisageduse spetsiifika.....	16
1.6. Sagedasemad vigastused ultravastupidavusjalgratturitel.....	18
KOKKUVÕTE .....	21
KASUTATUD KIRJANDUS .....	23
<i>Summary</i> .....	26

## **KASUTATUD LÜHENDID**

kcal – kilokalor

mL/h – milliliitrit tunni kohta

mmol/L- millimooli liitri kohta

RAAM – Race Across America

SLS – südame löögisagedus

SLS<sub>max</sub> – maksimaalne südame löögisagedus

## SISSEJUHATUS

Ultravastupidavussport on maailmas kogunud populaarsust nii harrastus,- kui ka saavutussportlaste hulgas. Teaduslikud artiklid rõhutavad, et seda valdkonda on vähe uuritud ja sellele peaks rohkem tähelepanu pöörama, seoses sellega on iga-aastaselt avaldatud teaduslikke artikleid ultravastupidavusspordist. Sportlaste ja teadlaste koostöö tulemusena üritatakse välja selgitada missuguste ainete puudujääk tekib valdavalt või kõige sagedamini treeningutel ja võistlustel.

Suureks probleemiks on kehalise pingutuse ajal organismis tekkiv suur energiapuudujääk, mis tekitab negatiivset energiabilanssi. Pikkade distantside läbimisel põhjustab suur füüsiline pingutus ultravastupidavussportlastel kehakaalu langust. Tervislik toitumine ja järjepidev treening aitavad tagada parema vastupidavuse ultravastupidavusaladel. Organismi järjepidev treenimine koos tasakaalustatud toitumisega võimaldab sportlase organismil kohaneda pikaajalise ja raske füüsilise koormusega. Ultravastupidavussportlased peavad oma toitumisele erilist tähelepanu pöörama enne võistlusi, kuid kindlasti ka võistluste ajal. Eelistatud on süsivesikuterikkad toidud, mis imenduvad kiiresti organismis ja mille omastamisel keha ei tee liigseid jõupingutusi. Vajalik on enne võistlusi organismi harjutada seedima suuremaid toidukoguseid, et sportlasel ei tekiks suuremate toiduportsjonite seedimisel kõhulahtisust.

Käesoleva töö eesmärgiks on:

- hinnata ultravastupidavusalade suurt energiakulu organismis, organismi energiabilanssi, organismis asuvaid energiaallikaid ja südamelöögisageduse (SLS-e) muutust vastusena raskele füüsilisele koormusele,
- hinnata võistlemaid ultra-jalgrattasportlasi, kes läbivad erineva pikkusega ultravastupidavusvõistlusi. Lisaks on toodud mõningad näited jooksjate ja triatleetide kohta.

Märksõnad: ultravastupidavus, SLS, energiabilanss, 24- tunni jalgrattasõit, vedeliku kaotus, ultra-jalgrattasport

*Key words: ultra-endurance, heart rate, energy balance, 24 hour cycling, fluid loss, ultra-cycling*

# 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

## 1.1. Ultravastupidavusalade olemus

Ultravastupidavussport kuulub vastupidavusspordi alagruppi. Ultravastupidavussportlased läbivad ekstreemselt pikki füüsiliselt kurnavaid distantse, mis kestavad enamasti üle 4 tunni (Fink et al., 2011). Võrreldes vastupidavusvõistlustega eeldavad ultramaratoniüritused veel pikemaajalisemat ettevalmistust, oluline on nii täisväärtuslik toitumine kui ka psühholoogiline ettevalmistus. Mida kauem kestab pikemaajaline üritus või siis ka võistlus, seda tähtsamaks muutub selle ettevalmistus ja inimese üldisem tervislik seisund, mis tagab eduka võistluse lõpetamise (Zaryski & Smith, 2005).

Ultravastupidavusalade võistluste hulka kuuluvad näiteks: 80-160 km jooksud, 20-200 km ujumised, jalgrattasõitudest Tour de France ja Race Across America (RAAM), samuti kuuluvad nende hulka triatlonid Ironman ja Double Ironman. Võistlused jäävad vahemikku 6-24 tundi ning kaks ja enam päeva. Tour de France näitel 22 päeva (Singh et al., 1994).

### 1.1.2. Race Across America

Intensiivseimaks jalgrattavõistluseks peetakse RAAM-i, mis on vaieldamatult üks raskemaid ja organismi koormavaid individuaalseid spordiüritusi. RAAM jalgrattaspordivõistluse distantsi pikkus on ligikaudu 4800 km ja kogu võistlus tuleb läbida 12 päeva jooksul (võitjal kulub enamasti 8-9 päeva), mis tähendab, et võistlus on oluliselt intensiivsem ja sportlase kehale kurnavam kui Tour de France. Hea soorituse saavutamiseks on tähtsal kohal ka psühholoogiline ettevalmistus (Schumacher et al., 2011). Vastupidamine sellistel võistlustel nagu RAAM eeldab intensiivseid treeninguid. Ettevalmistaval perioodil treenivad ultravastupidavussportlased üks kuni kuus tundi päevas, et vastu pidada võistlustel nagu RAAM. Eelnevad treeningud peaksid sisaldama ka 24-tunnist sõitu, et parandada nii füüsilist kui vaimset ettevalmistust ultravastupidavusvõistluseks (Singh et al., 1994). Traditsiooniliselt on võistlejatel RAAM-i läbimisel strateegia, et puhatakse nii vähe kui võimalik. Inimese võimekust unega toime tulla ei saa treenida ja unepuudus on viinud paratamatute liiklusõnnetusteni (Schumacher et al., 2011).

Schumacher et al. (2011) uuringus läbis 45aastane meessportlane distantsi 10 päeva, 22 tunni ja 53 minutiga, millest puhkamisele kulus tal 91 tundi, sealhulgas magamisele 45 tundi, saavutades seitsmenda koha (keskmine kiirus 18,34 km/h). Vaatlusalune planeeris konkurentidest pikemad puhkepausid ja puhanuna suutis ta sõita kõrgema keskmise sõidukiirusega võrreldes nende konkurentidega kes puhkasid minimaalselt. Sellise strateegia

valimine on tervisliku seisundi säilitamisel olulisel kohal, unepuudusest põhjustatud terviserikete tekkimise tõenäosus on viidud miinimumini. Eksperiment tõestas, et sellise mittetraditsioonilise võistlusstrateegia valimisega on võimalik saavutada soovitud tulemus kergema vaevaga ja sportlased võiksid julgemalt valida mittetraditsioonilist võistlusstrateegiat (puhatakse rohkem kui sõidetakse jalgrattaga). Kombineerides puhkusele ja sõidule kulutatavat aega on sportlastel võimalik järgnevatel võistlustel leida optimaalne strateegia võistluse võimalikult efektiivseks läbimiseks. Ülemäärase pingutusega võib kaasneda katkestamine ja sportlasele sobiva võistlusstrateegia valimine teebki RAAM-ist psühholoogiliselt väga keerulise võistluse (Schumacher et al., 2011).

### **1.1.3. Tour de France**

Tour de France toimus esimest korda 1903. aastal Prantsusmaal. Sellest ajast alates on Tour de France üks füüsiliselt kurnavamaid spordiüritusi maailmas. Etappe läbitakse grupisõidus tasasel maal, mägedes ning individuaalselt eraldistardist. Tour de France'i kestvus on üle kolme nädala koos puhkepäevadega ja sellise võistluse läbimine nõuab võistlejatel väga head psühholoogilist ja kehalist võimekust. Kogu sõidu pikkus on  $3650 \pm 208$  km ja sõitmiseks kulub  $92 \pm 6$  tundi. Sõidetakse 19 etappi ja ühe etapi distant si pikkus on keskmiselt 200 km (väljaarvatud eraldistardisõidud: 30-55 km). Tasasel maal kulub distant si läbimiseks 4-5 tundi (keskmiseks kiiruseks 45 km/h). Mägieta pid läbitakse 5-6 tunniga. Eraldistardiga sõitude keskmiseks kiiruseks on ligikaudu 50 km/h. Distant si pikkuste vähenemine tõstab keskmist kiirust. Aastal 2005 arvutati võitja keskmiseks kiiruseks 41,654 km/h. Distant si pikkus ja võitja keskmine kiirus on tugevas korrelatsioonis (välja on jäetud 3 esimest Tour de France võistlust). Näidatud seos tõestab, et sportlased ei suuda igal järgneval etapil hoida suurt kiirust, kuna tekib kurnatus. Võistluse edukaks läbimiseks on oluline juba eespool mainitud energia stabiilsena hoidmine organismis nii toitumise kui ka treeningute kaasabil. Jalgrattasport on tehnikasport, seades sõiduv arustusele üsna täpsed tehnilised nõuded. Sõidu asend sõltub rajaprofiilist, näiteks tasasel distant sil kasutab võistleja põhiliselt sadulas istuvat asendit, samas kui mägedes kasutatakse nii istuvat kui ka püsti-seisvat sõidu asendit. Eraldistardisõidus kasutatakse spetsiaalset jalgratast ja spetsiifilist sõiduv arustust, et parandada aerodünaamikat. Kõikidel erinevatel etapitüüpidel peab arvestama tekkida võivate ohuolukordadega. Tasasel maal grupiga sõites on tõsiseks probleemiks kukkumisoht, mägede-etappidel on oht hüpoksia tekkeks ja eraldistardisõidus esinevad õhutakistusest tulenevalt aerodünaamilised probleemid (Santalla et al., 2012).

#### **1.1.4. Ultratriatlonid**

Veel üheks suuremaks ultravastupidavusalaks on triatlon, mis koosneb kolmest alast: ujumine, jalgrattasõit ja jooksmine. Kõige populaarsem ultravastupidavustriatlon on Ironman, mis toimus esimest korda 1978.aastal Honolulu Hawaiiil (Bentley et al., 2002). Ironman võistlusel tuleb ujuda 3,8 km, sõita 180 km jalgrattaga ja joosta 42,195 km. Teiseks sarnaseks võistluseks on Double Ironman ultratriatlon, mis toimus esmakordsel 1985.aastal Ameerikas Huntsville's. Sellel võistlusel tuleb ujuda 7,6 km, sõita jalgrattaga 360 km ja joosta 84 km (Lepers et al., 2013). Kolmandaks on Double Deca Ultratriatlon - 76 km ujumist, 3600 km jalgrattasõitu ja 844 km jooksmist (Knechtle et al., 2011).

#### **1.1.5. Ultravastupidavussportlase füsioloogilised iseärasused**

Ultravastupidavussportlase füüsilise võimekuse kirjeldamiseks on proovitud leida olulisi ühiseid nimetajaid. Mõningad antropomeetrilised näitajad nagu näiteks nahavoldi paksus, rasvaprotsentuaalne hulk kehamassist, jäsemete pikkus ja ümbermõõt, kaal, pikkus ja kehamassiindeks, võivad näidata ultravastupidavussportlaste võimekust. Mõned näitajad ennustavad kõikide eelduste kohaselt ultravastupidavussportlase head tulemust: ultravastupidavussportlase isiklik rekord lühematel distantidel, madal rasvaprotsentuaalne hulk kehamassist ja treeningu intensiivsus (Knechtle, 2014).

Võrreldes vastupidavusaladega on ultravastupidavusspordis osalejate keskmine vanus kõrgem. Arvatakse, et selle eelduseks on pikaajaline treenituse tase ja organismi tasakaal, mis on tekkinud pikaajalisest järjepidevast vastupidavustreeningust ja võistluskogemusest varasematel ultravastupidavusvõistlustel (Zalcman et al., 2007). Näiteks Deca Ultratriatloni võistlejad on edukaimad vanuses üle 40-ne eluaasta. RAAM võistluse (sealhulgas kvalifikatsioonisõidud) osalejatest 30-40% ei lõpeta võistlust, kusjuures sagedamini katkestavad just naised, kellest edukalt lõpetavad võistluse ainult 3-11% (Shoak et al., 2013). Viimased uuringud on näidanud, et naissoost sportlased on ja jäävad ilmselt ka tulevikus 10% aeglasemaks kui nende meessoost konkurendid ja seda nii jooksmises, ujumises, jalgrattasõidus, triatlonidel kui ka sprindis ja vastupidavusaladel. Kuigi selliste erinevuste põhjused on multifaktoriaalsed siis võib välja tuua kaks põhilist põhjust: madalam VO<sub>2</sub>max ja aeglasem energia tootmine kehas. Võrreldes meestega on naistel 10% madalam hemoglobiini tase, väiksem süda ja kopsud ja kõrgem rasvaprotsent. Kuigi mehed on ultravastupidavusaladel edukamad, siis naissportlasi tuleb starti järjest enam (Whyte, 2014).

## 1.2. Sportlase energiakulu ultravastupidavusliku tegevuse ajal

Hoolikas ettevalmistus on väga oluline kõigile võistlejatele. Võistluse edukas läbimine sõltub paljudest asjaoludest, millest üks olulisemaid on toitumine (Knechtle et al., 2005). Ultravastupidavussporti iseloomustab treeningperioodi ja võistluste pikaajaline kestvus, kus sportlased kulutavad väga palju energiat. Päevane energiakulu 6000-8000 kilokalorit (kcal) on ultravastupidavussportlaste jaoks tavaline. Organismi energiavarud ammenduvad raske füüsilise koormuse tõttu – täpne ja reguleeritud toitumine tagab edukuse ja tervise (Fink et al., 2011).

Näiteks on jalgrattasportlase energiakulu otseses sõltuvuses sportlase sõidukiirusest ja kehamassist. On leitud, et keskmiselt kulutab jalgrattur ligikaudu 19 kcal km-i kohta. Energiakulu võivad mõjutada nii rajaprofiil, ilm kui ka tuul. Kiiruse kasvades kasvab oluliselt ka energiakulu. Jalgratturi hinnanguline energiakulu sõltuvalt kiirusest ja kehamassist on toodud ära Tabelis 1. On näha, et mida suurem on jalgratturi kehamass, seda suurem on ka energiakulu. Keskmise kiiruse kasvades tunni kohta suureneb ka energiatarbimine kcal/kg kehakaalu kohta tunnis. Keskmisel kiirusel 37 km/h on 50 kg ja 85 kg kaaluval jalgratturil energiakuluvahe 543 kcal (Eberle, 2014).

**Tabel 1.** Hinnanguline energiakulu jalgratturil kehalisetöö ajal (Eberle, 2014).

Keskmine kiirus km/h	Kcal/kg kehakaalu kohta tunnis	Kaal 50kg	Kaal 60kg	Kaal 70kg	Kaal 80kg	Kaal 85kg
19,3	5,6	280	336	392	448	476
20,9	6,2	310	372	434	496	527
22,5	6,8	340	408	476	544	578
24,1	7,4	370	444	518	592	629
25,7	8,1	405	486	567	648	689
27,4	8,9	445	534	623	712	757
29,0	9,8	490	588	686	784	833
30,6	10,7	535	642	749	856	909
32,2	11,8	590	708	826	944	1003
33,8	12,9	645	774	903	1032	1097
37	15,5	<b>775</b>	930	1085	1240	<b>1318</b>

Tabel 1 arvestab kogu sõidu keskmist kiirust ning ei arvesta rajaprofiili eripärasid.

### 1.2.1. Negatiivne energiabilanss

Üheks suurimaks probleemiks ultravastupidavussportlastel on kulutatava ja tarbitava energia suhe. Mida suurem on energiakulu, seda rohkem peab sportlane energia taastamiseks



võistluse käigus tarbima toitu ja vedelike, et vältida negatiivset energiabilanssi (Stewart & Stewart, 2007). Negatiivne energiabilanss põhjustab kehakaalu langust, organismi rasvavarude ja mõningatel juhtudel lihaste massi vähenemist (Knechtle, 2008).

Stewart ja Stewart'i (2007) uuringus mõõdeti 35-aastase meessoost ultravastupidavussportlase energiakulu 1126 km-se veloergomeetrisõidu käigus. Sportlane läbis antud distantssi 46,7 tunniga, saavutades keskmiseks kiiruseks  $24 \pm 1,6$  km/h. Leiti, et kogu selle ajaga kulutas ta 14 486 kcal ja tarbis 11098 kcal, mille tulemusena tekkis energia puudujääk (-3290kcal), mis põhjustas sportlasel 0,55 kg kaalu kaotuse (Stewart & Stewart, 2007). Eriti suurt energiakulu kinnitas ka Bescos et al. (2012b) uuring, kus 24-tunnise ultravastupidavusjalgrattateatevõistluse käigus kulutasid 8 meessportlast keskmiselt  $10\,246,5 \pm 1624,2$  kcal (Bescos et al., 2012a). Kolmandas uuringus läbis 39aastane jalgrattasportlane ultramaratonivõistlusel 22 tunni ja 22 minuti jooksul 557,3 km. Võistlusel koguenergiakulu oli 15 553 kcal. Kokku tarbis sportlane 5571 kcal, millest 4058 kcal (73%) moodustas tahke toit ja 1513 kcal (27%) vedelikud. Kokku oli energiapuudujäägiks seega 9915 kcal, 64% vajaminevast energiast kasutati organismi energiavarudest, energiatarbmise ja -kulutamise suhe oli 0,36. Enamasti nii suurt energia puudujääki ei teki, energiatarbmise ja -kulutamise suhe on tavaliselt vahemikus 0,5-0,65. Võistlusjärgne kehamass oli 2,6kg väiksem kui startides (Bescos et al., 2012b).

Poole lühema kestvusega võistlusel tarbisid sportlased 4800 kcal vähem energiat, kui oli nende võistluste käigus kulutatud energiahulk. Põhiliseks probleemiks kujuneb seega negatiivne energiabilanss kuna ultravastupidavusvõistluse käigus kulutatakse oluliselt rohkem energiat kui toiduga suudetakse omastada (Bescos et al., 2012a). Kui sportlase päevane energiavajadus ületab ca 4700 kcal, siis muutub erinevate toitainete tarbimine väga oluliseks faktoriks. Vastasel juhul võivad sportlast tabada terviseprobleemid. Lisaks negatiivsele energiabilansile võivad sportlast tabada näiteks kõhuvalud või kõhulahtisus, mis segavad oluliselt võistluse käiku. Nende probleemide ära hoidmiseks tuleb valida suure energiasisaldusega toidud, geelid ja vedelikud (Brouns et al., 1989).

Kokkuvõtteks ei suutnud sportlane reguleerida oma energiavajadust ja treeningintensiivsust, et vältida negatiivset energiabilanssi (Stewart & Stewart, 2007). Negatiivse energiabilansi vältimiseks peaksid sportlased suurendama tarbitava vedeliku ja toidu koguseid enne võistlust, et seedesüsteem kohaneks suuremate toidukogustega (Bescos et al., 2012b).

### **1.3. Sportlase energiaallikad kehalise pingutuse ajal**

Suurte kehaliste pingutuste korral on väga oluline leida organismile vajalikud toitained, mis on lihtsalt omastatavad ja pakuks kehale vajalikke toitaineid ja energiat (Eberle, 2014). Menüüs peavad olema makrotoitained tasakaalus. Süües põhiliselt süsivesikuid ja kiudainerikkaid toite tekib täiskõhutunne ja puhitus. Valgurikaste toitade tarbimine ei taasta täielikult organismi glükogeenivarusid. Glükogeenivarude mittetäielikul taastumisel muutub see takistuseks treeningutel ja võistlustel. Liiga rasvarikkad toidud tekitavad liigse täiskõhutunde ja võivad viia kõhukrampideni ja -lahtisuseni. Oluline on regulaarne ja sobivates kogustes toitumine. Toitumiskordade vahelejätmine või liigne edasilükkamine võivad tekitada energiapuudujääke. Ultravastupidavussportlased tarbivad võrreldes vastupidavussportlastega mõningaid toiduaineid mitmeid kordi rohkem. Sellised toiduained nagu makaronitooted, puuviljad, juurviljad, rosinad, leib, sai, hapukurk ja sool on õigetes vahekordades ja kogustes ultravastupidavussportlase menüüs väga vajalikud. Ebapiisavas koguses toitumisel võib juhtuda, et sportlase energiavarud ammenduvad ja organismis tekib kurnatus, samas mõningatel sportlastel tekib liigne täiskõhutunne, mis takistab neil energia kulutamisega võrreldavas koguses toitu tarbida. Sportlase energiavajadus on otseses sõltuvuses spordialast, kehalisest aktiivsusest ja kehamassist. Vajaliku energiahulga arvutamiseks lähtutakse sportlase organismi individuaalsetest eripäradest (Fink et al., 2011).

#### **1.3.1. Süsivesikud**

Süsivesikud on vastupidavusspordialadel energiaallikana esmatähtsad, lisaks on süsivesikud olulised rasvade ainevahetuses. Vastupidavussportlaste päevane süsivesikute tarbimine treeningute ajal peaks olema 5-10 grammi ühe kilogrammi kehamassi kohta, sealjuures 50-65% koguenergiavajadusest peaksid katma süsivesikud (Fink et al., 2011). Hea näitena tasakaalustatud toitumisest võiks välja tuua juba eelpool mainitud uuringu, kus 39aastane sportlane läbis ultramaratonivõistluse 22 tunni ja 22 minutiga 557,3 km, lõpetades võistluse kolmandana. Kogu võistluse käigus tarbitud toit kaaluti grammi täpsusega, sealjuures määrati toidu energeetiline väärtus. Detailne info tarbitud toidu, jookide ja ravimite kohta (Lisa 1). Süsivesikute tarbimine on kokku võetud Tabelis 2 (Bescos et al., 2012b).

**Tabel 2.** Süsivesikute tarbimine 24-tunni ultravastupidavusjalgrattasõidu käigus (Bescos et al., 2012b).

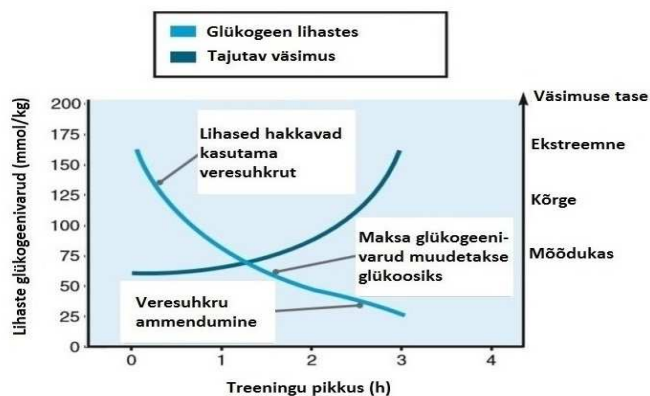
Süsivesikud (g)	0-6 h	6-12 h	12-18 h	18-24 h	Kokku (g)
Tahke toit	260	164	106	192	722
Vedelikud	28	52	102	198	380
Kokku	288	216	208	390	<b>1102</b>

Arvutatud on sportlase poolt tarbitud süsivesikud võistluse ajal, mis on saadud tahkest toidust ja vedelikest.

Peamiseks makrotoitaineteks olid süsivesikuid, mida tarbiti 1102 grammi, see tähendab 13,1 g/kg kehakaalu kohta. Tarbitud süsivesikud saadi tahkest toidust ja vedelikest. Süsivesikute tarbimine oli jagatud kuue tunnisteks tsükliteks. Iga järgneva kuue tunniga süsivesikurikaste vedelike tarbimine kasvas, tahke toidu tarbimine kahanes sõidu keskosas, kuid kasvas sõidu lõpuosas. Sportlasel ei esinenud seedehäireid, kuid vaatamata suurele hulgale tarbitud süsivesikutele jäi energiabilanss raske füüsilise koormuse tõttu negatiivseks (Bescos et al., 2012b).

### 1.3.2. Glükogeenivarud

Vastupidavustreeninguga seotud väsimust seostatakse glükogeenivarude vähenemisega lihastes ja maksas, sest organismi energiavarud on ammendunud. Joonisel on näidatud seos glükogeenivarude ammendumise ja väsimuse tekke vahel (Joonis 1). Glükogeenivarude lõppemine maksas ja lihastes tekitab ekstreemse väsimuse ja viib katastroofilise sooritusvõime languseni, mis mõningatel juhtudel lõppeb võistluse katkestamisega. Süsivesikutevarud organismis on piiratud. Pikaajalise lihaskoormusega kasvab vajadus süsivesikute tarbimise järele. Ekstreemse väsimuse teket aitab edasi lükata kõrge glükogeenisisaldus lihastes ja maksas treeningkoormuse alguses. Veresuhkrutaseme hoidmine on vajalik ka kesknärvisüsteemi normaalseks funktsioneerimiseks (Fink et al., 2011).



**Joonis 1.** Glükogeenivarude ammendumine ja väsimuse teke (Fink et al., 2011).

Uurimused on näidanud, et madala intensiivsusega treeningutel kulub kogu glükogeenivaru 90 minuti jooksul. Treeningute intensiivsuse kasvades kulub glükogeenivaru organismist tunduvalt kiiremini. Seega võib väita, et organismis olev glükogeenivarude ammendumine sõltub kehalise töö intensiivsusest (Hargreaves et al., 1997).

#### **1.4. Vedelike puudus ultravastupidavusliku pingutuse ajal**

Suurem osa vedelikust kaotatakse ultravastupidavussportlase organismist higistamisega. Higi eritumise põhjuseid võib olla mitmeid, sealhulgas kõrge õhuniiskus ja temperatuur. Mida kõrgem on õhutemperatuur, seda suurem on higieritus. Higieritust mõjutavad ka füüsiline intensiivsus, organismi individuaalsed eripärad, aklimatiseerumise tase, riietus, sealhulgas riietuse vastavus keskkonnatingimustele ja keha vedeliku sisaldus koormuse eel (Armstrong et al., 2015 ; Casa et al., 2000). Vedeliku kaotuse suurus võib ületada seedesüsteemi võimet omastada vedelikke. Tarbitav ja omastatav vedelikukogus sõltub sportlase organismi individuaalsetest eripäradest ja on mingil määral treenitav (Rehrer, 2001).

Armstrong et al. (2015) uuringus tehti suvel katse kahekümne kuue meessoost jalgratturiga, kes läbisid 160 km. Jalgratturid läbisid distant si keskmiselt  $7 \pm 2,1$  tunniga. Antud uuringus leiti, et higikaotus varieerus katsealustel keskmiselt 4,9 - 12,7 l. Sarnaselt higikaotusega oli vedelike tarbimine võistluse käigus erinev (2,1-10,5 l), kuid keha veebilanss (tarbitud vedelik - [uriin + higi]) ja võistlustulemus ei olnud tugevas korrelatsioonis. Jõuti järeldusele, et kuumas kliimas tuleb sportlastele välja töötada individuaalne vedeliku tarbimise plaan, kasutades selleks higistamise määra millimeetrit/tunnis, mis võtaks arvesse kehakaalu muutusi (Armstrong et al., 2015). Sellest võib järeldada, et vedeliku kaotusega kaasneb organismis ka kehakaalu langus. Clemente-Suarez (2014) tehtud uuringus selgus, et pärast 1700 km-i pikkuse jalgrattavõistluse läbimist püsivad organismis kehakaalu muutused ka viis päeva pärast sellist kehalist pingutust. Lisaks leiti, et kuuel vaatlusel oli ka viis päeva pärast võistlust kehamass 1,8% madalam kui enne võistlust (Clemente-Suarez, 2014).

Chlibkova et al. (2014) uuringus hinnati organismi vedeliku tarbimist puudutavas uuringus, mis kestis 24 tundi, lõpetas võistluse edukalt nelikümmend üheksa võistlejat, kellest kolmkümmend seitse olid mehed ja kaksteist olid naised. See uuring andis huvitava ja üsna põhjaneva tulemuse nii mees- kui ka naissoost ultramaastikujalgrattasõitjate hulgas: kiiremad lõpetajad tarbisid rohkem vedelikke kui kehvema tulemuse saanud sõitjad. Sellest omakorda võib aga järeldada, et kiiremad ultravastupidavusmaastikujalgrattasõitjad higistavad tõenäoliselt rohkem ja kaotavad selle tulemusena ka rohkem kehavedelikke. Suurem vedeliku tarbimine võimaldas saavutada parema koha, kuid ei põhjustanud muutusi

kehamassis. Veel saab uuringu põhjal eeldada, et kiiremate meeste ja naiste kehauuringud näitasid üleüldiselt suuremat kehakaalulangust rasva arvelt kui need, kes läbisid distantssi aeglasemalt (Chlibkova et al., 2014).

Ettevaatlik peaks olema ka vedelike ületarbimisega. Vastupidavussportlane, kes võistles RAAM võistlusel, tarbis esimesel võistluspäeval ligikaudu 28 liitrit vedelikke. Kuigi tegemist oli võistluste pikima päevaga, mis leidis aset kõrbes, võttis ta 24 tunni jooksul juurde 2.8kg. Liigne vedelike tarbimine põhjustas seedehäireid, paistetust, iiveldust ja täiskõhutunnet (Rehrer, 2011).

#### 1.4.1. Dehüdratsioon

Üheks suureks probleemiks ultravastupidavusliku treeningu või võistluse ajal on dehüdratsioon e. vedelikupuudus, mis tekib sportlase organismis, kui vedelikke tarbitakse vähem kui kaotatakse. Vältimaks dehüdratsiooni, tarbivad ultravastupidavussportlased erineva koostisega spordijooke ja vett (Bescos et al., 2012a). Kehamassi kaotus üks kuni kaks protsenti dehüdratsiooni tõttu halvendab füsioloogilisi funktsioone, väheneb keskendumisvõime, tekib peavalu ja sooritusvõime kahaneb. Oluline on jälgida organismi vedelikutarbimist, sest kehamassi kaotus rohkem kui 3% kehakaalust higistamise tagajärjel võib viia lihaskrampideni, kurnatuseni ja kuumarabanduseni. Esmaseks dehüdratsiooni vältimise võimaluseks on tarbida vedelikke vastavalt janutundele, kuid see ei pruugi olla alati objektiivne näitaja. Teiseks on võimalik määrata ka organismi vedelikupuudust näiteks uriini värvuse järgi: mida tumedama värvusega on uriin, seda suurem on vedelikupuudus (Tabel 3) (Casa et al., 2000).

**Tabel 3.** Dehüdratsiooni määramise indeksid (Casa et al., 2000).

Seisund	Kehakaalu muutus (%)*	Uriini värvus*
Dehüdratsioon puudub	+1 kuni -1	1 või 2
Minimaalne dehüdratsioon	-1 kuni -3	3 või 4
Oluline dehüdratsioon	-3 kuni -5	5 või 6
Tõsine dehüdratsioon	>5	>6

\* Kehakaalu muutus = [(kehakaal enne füüsilist pingutust – kehakaal pärast kehalist pingutust) / kehakaal enne füüsilist pingutust] x 100.

\* Uriini värvus: mõõdetakse skaalal 1-6. Mida heledam on uriin, seda madalam on number. Mida tumedam on uriin, seda suurema numbriga hinnatakse dehüdratsiooni taset. Mida tumedam on uriini värvus, seda suurem on uriini värvuse number.

Tõsise dehüdratsiooni korral ei ole antud meetodit võimalik kasutada. Sellised meetodid on efektiivsed vaid treeningperioodidel ja organismi näitajate analüüsimiseks ultravastupidavustreeningutel (Casa et al., 2000).

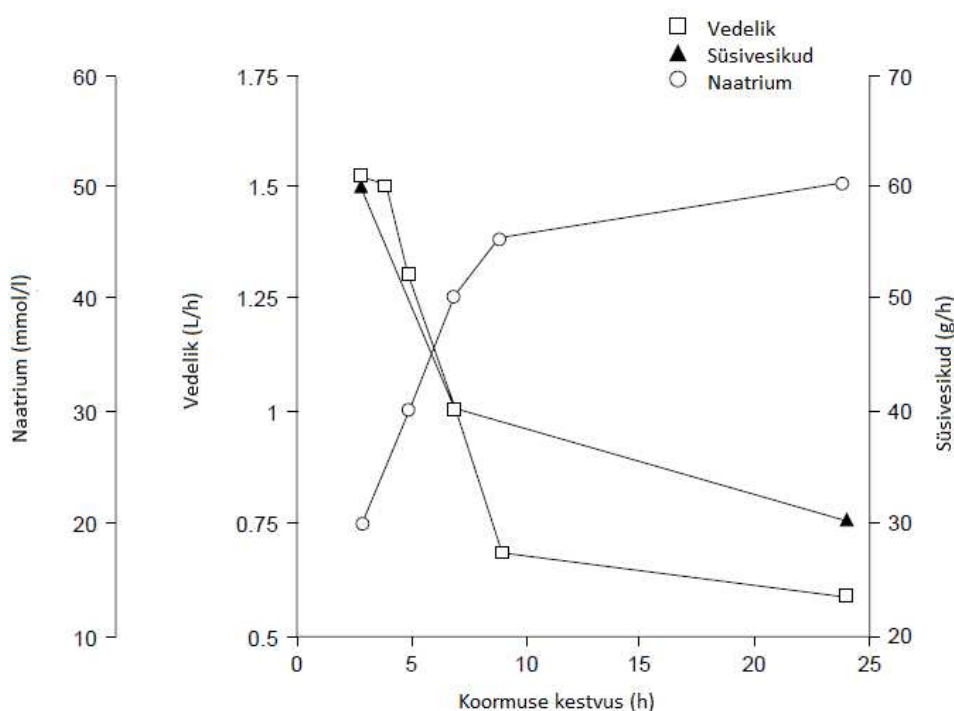
Ultravastupidavusmeeskonnasõidus, mis kestis 24 tundi, osales kuus jalgratturit ja kaks triatleeti. Kõik rasked ja pikaajalised võistlused mõjuvad kurnavalt, seega pidid nad tarbima suurtes kogustes vedelikke, et organismis ei tekiks vedelikupuudust ja kurnatust. Esimesel päeval tarbisid nad  $4794 \pm 1633$  milliliitrit (mL) ja teisel päeval  $5703 \pm 1421$  mL vedelikke. Keskmiselt tarbisid nad vett  $150 \pm 48$  mL/h ja spordijooke  $139 \pm 91$  mL/h. Tarbitud vedelikukogus võis olla piisav, ent tarbiti liigselt puhast vett ja liiga vähe isotoonilisi spordijooke, mis aitavad vältida dehüdratsiooni ning kaalukaotust. Kuigi uriini koguseid ei mõõdetud, ei saa kindlalt väita, et osa kaalukaotusest ei tekkinud vedeliku kaotuse arvelt (Bescos et al., 2012a). Olenevalt võistluse pikkusest varieerub tarbitud vedeliku koguhulk. Näiteks 24-tunnise võistluse käigus võib sportlane tarbida üle 20 liitri erinevaid vedelikke. Pikkade distantside ja ultraspordialade puhul on oluline erinevate vedelikus sisaldavate ainete olemasolu. Kõige olulisemateks võib pidada aga naatriumit ja kaaliumit (Bescos et al., 2012b).

#### **1.4.2. Hüponatreemia**

Liigsest naatriumi kaost treeningute ning pingutuste ajal võib organismis tekkida hüponatreemia. Kõik inimesed tarbivad igapäevaselt naatriumi erinevate vedelike ja toitainetega, kuid sportlastel on naatriumi vajadus suurem. Naatriumit on paljudes toitudes ja vedelikes nagu näiteks sool, maitseained, suitsutatud liha ja supid, sportlastele vajalikud naatriumikogused tarbitakse peamiselt isotooniliste spordijookide manustamisel. Rakuväline naatrium ja rakusisene kaalium on tasakaalus ja nende kahe elektrolüüdi liikumine rakku ja rakkudest välja põhjustavadki närviimpulsside leviku ja lihaskontraktsioonide tekke, samuti aitavad hoida organismis vedelike tasakaalus pikaajalise füüsilise koormuse vältel. Uurimused on näidanud, et naatriumit ja kaaliumit kaotatakse palju higistamise teel, kusjuures just naatriumi kadu on see, mille osatähtsus organismis on suurem (Fink et al., 2011). Naatriumi kontsentratsioon higis varieerub 20-80 millimooli liitri kohta (mmol/L) ja kaaliumi kontsentratsioon on vahemikus 4-8 mmol/L (Rehrer, 2001). Vedelike liigne tarbimine viitab hüponatreemiale kõikidel pikaajalistel vastupidavusaladel (Whitfield, 2006). Vastupidavusspordialadel on väga levinud füüsilisest pingutusest tingitud hüponatreemia, mis tekib liigsest vee joomisest, võistluse liiga pikaajalisest kestvusest ja võistluskeskkonna kõrgest temperatuurist. Hüponatreemia sümptomiteks on iiveldus, oksendamine, segadus,

peavalu, krambid, raskematel juhtudel kopsu- või ajuturse, hingamisraskused ja isegi surm (Urso et al., 2014).

Ameerika Spordimediitsiini kolledži juhendite kohaselt soovitatakse tarbida naatriumi võistlustel, mis kestavad üle ühe tunni, vahemikus 0,5-0,7 grammi ühe liitri vedeliku kohta (g/L) (8,6-12 mmol/L) (Convertino et al., 1996). Pika kestvusega spordivõistluste käigus tarbitavad vedeliku, naatriumi ja süsivesikute soovituslikud kogused sportlastel (Joonis 2). Toidu tarbimine oli suurem võistluse alguses, madalam öötundidel ja võistluse keskel ning enne võistluse lõppemist kahanes toidu tarbimine. Süsivesikute tarbimine on kõrgeim võistluse alguses ja üldjuhul langeb koormuse lõppemiseni. Vedelike tarbimine on kõrgeim võistluse alguses ja kahaneb kuni võistluse lõppemiseni. Naatriumi tarbimine on madalaim peale võistluse algust ja kasvab teatud punktini ning naatriumi tarbimise taset säilitatakse võistluse lõppemiseni (Rehrer, 2001).



**Joonis 2.** Vedeliku, naatriumi ja süsivesikute soovituslikud tarbimised koormuse käigus (Rehrer, 2001).

Ameerika Ühendriikides Hoffman et al. (2013) uuringus uuriti 161 km pikkuse Põhja-California ultramaratonijooksuvõistluse osalejaid, mille eesmärgiks oli uurida seost kehamassi muutuse ja vere naatriumi sisalduse vahel. Uurimiselusteks olid 887 võistluse lõpetajat, kellest 669 osalejalt võeti vereproov naatriumi sisalduse uurimiseks. Järeldati, et võistlusejärgne naatriumisisaldus veres ja kehakaalumuutus olid omavahel nõrgas seoses ( $r = 0.17$ ,  $P < 0.0001$ ). Mida suurem oli kehakaalu kaotus, seda väiksem oli naatriumi

kontsentratsioon veres. Parema aja saanud sportlased kaotasid rohkem vedelikke ja ühtlasi naatriumit kui kehvema tulemuse saanud osalejad. Võistluste käigus tekkinud naatriumpuudus on suuremaks probleemiks kohtades, kus õhutemperatuur on kõrgem, kuna sportlased higistavad rohkem. Veel võib järeldada, et naatriumi kontsentratsiooni langus veres on seotud kehvamate võistlustulemustega. Tänapäeval on spordijookide tarbimisega võimalik naatriumikadu vähendada (Hoffman et al., 2013). Naatriumi on vaja närvi- ja lihaskoe talitluseks, närviimpulsside edastamiseks, lihaskontraktsiooni tekkeks ja vedelikutasakaalu reguleerimiseks. Selleks, et organismis ei tekiks probleeme, tuleb sportlase organismis taastada higistamisel tekkinud ainete kadu (Fink et al., 2011).

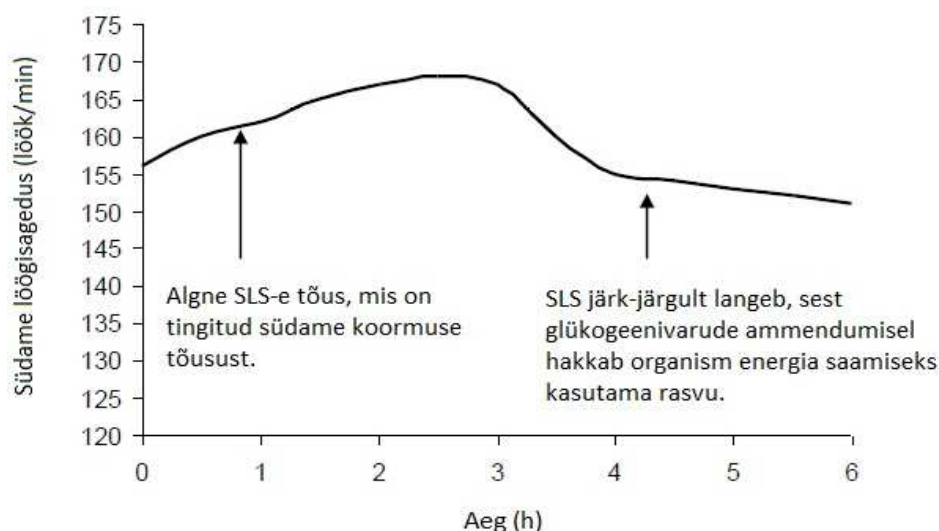
Teiseks vajalikuks komponendiks on kaalium, et hoida ära hüponatreemiat. Kahjuks juhtub aga nii, kui tarbitakse piisavalt naatriumi, siis kaaliumi tarbitakse tihtipeale liiga vähe. Kaaliumi allikateks on näiteks puu- ja juurviljad ja kõrge rasvasisaldusega piimatooted, seega just neid tooteid peaksid sportlased rohkem tarbima nii võistluste eel kui ka võistluste ajal (Fink et al., 2011)

### **1.5. Ultravastupidavussportlase südame löögisageduse spetsiifika**

Füüsilise pingutuse mõju hindamiseks on üheks enamlevinud vahendiks SLS-e mõõtmine. Vastava tehnikaga on võimalik kehalise koormuse ajal registreerida maksimaalset südamelöögisagedust ( $SLS_{max}$ ) ja keskmist SLS-st, lisaks ka SLS tõusu või langust enne pikaajalise kehalise pingutuse lõppemist (Jeukendrup & Diemen, 1998).

Laursen ja Rhodes (2001) leidsid, et pikaajalise kehalise pingutuse käigus väheneb südame löögimaht järk-järgult vereplasma mahu vähenemise tõttu. Vereplasma maht väheneb organismi üldise veesisalduse vähenemisel. Seetõttu peab südame ühtlase väljutusmahu säilitamiseks tõusma südame löögisagedus. Joonisel 3 on kujutatud teoreetilist graafikut SLS-e muutustest ultravastupidavusliku töö ajal (Laursen & Rhodes, 2001). SLS tõuseb eriti kuumas ja niiskes keskkonnas treenides (Coyle & Montain, 1992).





**Joonis 3.** Teoreetiline joonis SLS-e muutusest ultravastupidavusliku töö ajal (Laursen ja Rhodes, 2001).

Stewart ja Stewart'i (2007) uuringus mõõdeti 35-aastase meessoost ultravastupidavussportlase SLS-t. Mõõtmine toimus kolme päeva jooksul 8-tunniste tsüklitena laboris kontrollitud tingimustes, kusjuures esimesel päeval teostati üks, teisel kolm ja kolmandal kaks sõitu. Iga 8-tunnise sõidu järel oli sportlasele ettenähtud 15-minutilised puhkepausid. Sportlane alustas sooritust esimesel päeval kell 16:00 ning mõõtmised toimusid kogu soorituse vältel – viimane sooritus toimus kolmanda päeva hommikul (kestvusega 6 tundi ja 44 minutit). Sportlase keskmine südamelöögisagedus oli 46 tunni 44 minuti ja 20 sekundi jooksul  $91 \pm 15$  lööki minutis. Selle aja jooksul läbis ta keskmiselt 193 km keskmise kiirusega 24,1 km/h (Tabel 4) (Stewart & Stewart, 2007).

**Tabel 4.** Südamelöögisageduse, keskmise kiiruse ja vererõhu näidud 3 päevase ultravastupidavus (Stewart & Stewart, 2007).

Nädalapäev	Aeg	Distsants (km)	Keskmine kiirus	SLS	Vererõhk (mmHg)
Teisipäev	16:00–24:00	182	22.7	110	124/73
Kolmapäev	24:00–08:00	197	24.6	103	146/83
Kolmapäev	08:00–16:00	193	24.2	95	134/78
Kolmapäev	16:00–24:00	206	25.8	86	135/87
Neljapäev	24:00–08:00	193	24.2	76	130/87
Neljapäev	08:00–14:44*	155	22.3	76	135/80
	Keskmine	<b>193</b>	<b>24.1</b>	<b>91</b>	<b>134/81</b>
	Kokku	<b>1126</b>			

\* Mõõtmise vahemik 6:44 h.

Esimese kahe mõõtmistulemuse jooksul saadi teistest oluliselt suurem SLS (keskmisest vastavalt 19 ja 12 löögi võrra suurem). Sportlase keskmine SLS langes (Tabel 4) iga kaheksa tunni tagant ehk iga sooritusega, kuid eelviimase ja viimase mõõtmise tulemusena keskmine SLS ei muutunud. Need tulemused on kooskõlas eelnevalt väljatoodud joonisega 3, kus SLS füüsilise koormuse käigus järk-järgult langes glükogeenivarude otsalõppemise tõttu. Katsest selgus, et sportlane ei suutnud planeerida oma toidukordi organismi vajadustest lähtuvalt, mille tulemusel tekkis energiapuudujääk ja seedehäired, mis omakorda võis mõjutada SLS-t (Stewart & Stewart, 2007).

SLS-e vähenemine on põhjustatud energiapuudujäägist, vedeliku ja elektrolüütide mitesobilikust sisaldusest ja jaotusest organismis, termoregulaatorsetest probleemidest ja psühholoogilistest faktoritest. 2004. aastal tehtud uuringus (Neumayr, 2004) kirjeldatakse SLS-e langust võistluse käigus. Vaadeldi kümmet vabatahtlikku meessoost eliitjalgratturit (vanus  $35 \pm 7$ , pikkus  $177 \pm 5$ , kaal  $71 \pm 7$ ), kes läbisid 525 km pikkuse distantssi võistluse Race Across the Alps käigus. Võistluse läbimise keskmiseks ajaks oli  $27 \text{ h } 25 \text{ min} \pm 3 \text{ h } 14 \text{ min}$  ja keskmine kiirus oli  $18,6 \pm 2,2 \text{ km/h}$ .  $\text{SLS}_{\text{max}}$  oli 186 löök/min. Keskmine SLS oli 126 lööki minutis. Üle poole (53%) võistlusdistantssist oli vaatlusaluste SLS alla 70% maksimaalsest SLS-st ( $\text{SLS}_{\text{max}}$ ), veerand (25%) võistlusdistantssist oli SLS 70 – 80%  $\text{SLS}_{\text{max}}$ -st, 19% võistlusdistantssist oli SLS 80 – 90%  $\text{SLS}_{\text{max}}$ -st ja 3% võistlusdistantssist oli SLS üle 90%  $\text{SLS}_{\text{max}}$ -st. Leiti, et 27 tunnise võistluse käigus langes SLS 10% iga 10 tunni kohta. SLS-e langus vastupidavusspordialadel võib viidata muuhulgas sümpaatilise närvisüsteemi aktiivsuse vähenemisele, et kaitsta südant võimalike kahjustuste eest (Neumayr et al., 2004).

Neumayr et al. (2003) uuringus hinnati kuidas langeb 36-aastase meessoost harrastusjalgratturi SLS. Vaatlusalune osales jalgrattamaratonil pikkusega 460 km, kus ringi pikkuseks oli 230 km. Esimene ring läbiti ajaga 9 h 40 min ja teine ajaga 11 h 11 min. Sportlase keskmiseks SLS-ks kogu võistluse vältel oli 130 löök/min. Esimesel ringil oli vaatlusaluse keskmiseks SLS-ks 138 lööki minutis. Teise ringi jooksul langes sportlase SLS ja keskmiseks SLS-ks oli 124 lööki minutis (Neumayr et al., 2003). Eelneva kolme uuringu põhjal on täheldatud, et SLS langeb märgatavalt pikaajalise kehalise koormuse käigus.

### **1.6. Sagedasemad vigastused ultravastupidavusjalgratturitel**

Jalgratturite vigastused võib jagada kolme suurde rühma – kontaktist jalgrattaga tingitud vigastused, traumad ja ülekoormusest tingitud vigastused. Traumadest tulenevad kahjustused hõlmavad enamasti õlapiirkonda ja sundasend kahjustab kõige sagedamini põlvi. Sundasendist tingitud vigastusi saab ravida massaažiga, füsioteraapia ja treeningkavade

muutmisega. Palju kahjustusi saab ära hoida spordivarustuse ja jalgrattaasendi korrigeerimisega (Tabel 5) (Silberman, 2013).

**Tabel 5.** Sundasendist tingitud enamlevinud terviseprobleemid (Silberman, 2013).

<b>Terviseprobleem</b>	<b>Põhjus</b>
Kaelavalu	Liigne kaela sirutus Jalgratta juhtraud liiga madalal või kaugel
Käte neuropaatia	Liiga palju survet juhtrauale, liiga vähene pehmendus Juhtraud liiga madalal Liiga suur sadulakalle ettepoole
Alaseljavalu	Liigne paindumine või haardeulatus Juhtraud liiga madal või liiga kaugel
Achilleuse tendinopaatia	Sadul liiga kõrgel või madalal
Jalgade neuropaatia	Jalgrattakinga klotsi asend Ebakorrektne kinga tald ja kitsas liist
Kubeme piirkonna tuimus	Sadul liiga kõrgel Sadulanurk liialt kõrge või madal
Põlve eesmine osa	Sadul on liiga madal ja/või liiga ees Vändad liiga pikad Suured käigud ja madal vāntamissagedus
Põlve keskosa	Kingaklotsid: varbad väljapoole Jalad asetsevad liiga laiali
Põlve külgmine osa	Kingaklotsid: varbad sissepoole Jalad asetsevad liiga lähestikku
Põlve tagumine osa	Sadul liiga kõrge või liiga kaugel taga

Ultrajalgrattavõistlustel on sportlastel suur oht kukkuda (pilt), kuna teeolud ei ole alati ideaalsed ja kiirused võivad olla suured. 2011 aasta Tour de France'i üheksandal etapil oli 14 luumurdu, 16 jalgratturit katkestas ja üks sportlane toimetati haiglasse intensiivraviosakonda (Silberman, 2013). Järgnevalt on toodud kaks näidet viimaselt Tour de France'i võidusõidult: Tony Martin murdis rangluu kuuendal etapil, kilomeeter enne finišit, kandes liidrisärki (Lisa 2) ja Fabian Cancellara murdis kaks selgroolüli kolmandal etapil, kandes liidrisärki (Tabel 3).

Intensiivne ja pikaajaline füüsiline koormus tekitab oksüdatiivset stressi ja raskematel juhtudel tekivad südamekahjustused. Douglas et al. (1988) uurimus näitas, et ultravastupidavustreening tekitab mõõdukat vasaku vatsakese hüpertroofiat ja samad samad autorid kirjeldasid mitraal- ja kolmikhõlmklapi regurgitatsiooni esinemise märkimisväärtset tõusu (Douglas, 1988). Laslett et al. (1996) uurisid seost ultravastupidavusjooksu ja kardialse

troponiin T (müokardiidi marker) tõusu vahel. Viiel sportlasel registreeriti cTnT sisalduse tõus seerumis peale ultravastupidavusjooksuvõistlust. Marker cTnT sisaldus varieerus 0,29-8,55 nanogrammi milliliitris, südamelihastekahjustus võib esineda juba sisalduse 0,2 nanogrammi milliliitris juures (Laslett et al., 1996). Neumayr et al. (2001) analüüsis kardiaalse troponiin I (cTnI) sisaldust seerumis, mis on tundlikum ja spetsiifilisem marker kui cTnT südamelihaskiudude nekroosi määramiseks, 13-l sportlasel 38-st fikseeriti cTnI-i tõus ultrajalgrattavõistluse käigus (Neumayr et al., 2001). Uurimus näitab, et ultravastupidavusspordivõistlustel tekkinud kahjustused võivad olla ajutised aga pole täpset kinnitust, kui suur kumulatiivne mõju on südame-veresoonkonnale (La Gerche, 2004).

## KOKKUVÕTE

Maailmas peetakse ultravastupidavuse spordisuunda suhteliselt uueks, mida on vähe uuritud ja seetõttu teatakse vähe ka selle mõjust inimese organismile. Ultravastupidavusspordialade hulka kuulub palju erinevaid spordivõistluseid, mille distantside pikkus ja ajaline kestvus varieerub suures ulatuses. Kõige tuntum pikaajalise kestvusega jalgrattaspordivõistlus on Tour de France.

Suure koormusega kehalisel pingutustel tekib organismis väga palju muutuseid, millega sportlane peab arvestama, et sooritusvõime oleks maksimaalne. Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli anda ülevaade ultravastupidavussportlaste energiakulust võistluste käigus, negatiivsest energiabilansist, vedelike tarbimisest ja kaost ning SLS-st. Suurem osa töös kasutatud andmetest pärineb jalgrattaspordiga seotud artiklitest ja raamatutest.

Ultravastupidavussportlased paistavad silma keskmiselt kõrgema vanuse poolest, antud alade harrastajad olid peamiselt üle 30-aastased sportlased. Vaatlusalustel varieerusid oluliselt võistlusdistsantsi pikkused ja rajaprofiil, sportlaste vanus ja võimekus, mis teeb saadud tulemuste võrdlemise keerukamaks. Kirjeldati nii ühe päeva pikkuseid kui ka mitme päeva kuni mitme nädala pikkuseid võistluseid.

Iga füüsiline pingutus nõuab energiat ja energiat saab organism toidust. Suureks probleemiks ultravastupidavusvõistlustel on organismi suur energiakulu ja üldine vähene energiatarbimine, probleemiks kujuneb kulutatud energia taastamine. Sageli ei ole sportlased võistluse käigus võimelised tarbima piisavas koguses toitu. Sportlase organismi individuaalsetest eripäradest lähtuvalt on soovitatav koostada just temale sobiv toidumenüü.

Glükogeenivarude olemasolu maksas ja lihastes on vastupidavusspordialadel ülioluline. Glükogeenivarude ammendumisel sportlane väsib- varude taastamiseks tuleks treeningute ajal, võistlustel ja võistlusjärgsel perioodil tarbida süsivesikuid.

Sportlase organism kaotab pikaajalise füüsilise koormuse käigus rohkelt vedelikke, seda eriti higistamise näol. On leitud, et sportlased võivad üksnes higistamisega kaotada kuni 20 l vedelikku. Vedelikupuudus organismis pärsib oluliselt sooritusvõimet. Dehüdratsioon tekib juhul kui organism kaotab vedelikke kiiremini kui vedeliku tarbimisega suudetakse taastada. Lisaks füüsilisele koormusele võivad dehüdratsiooni soodustada ka vähene vee ja spordijookide tarbimine. Mitmed uuringud kinnitasid, et hoolimata vedelike tarbimisest võistluse või treeningu käigus, ei ole sportlased võimelised täielikult vältima dehüdratsiooni, kuid spetsiaalsete spordijookidega on antud probleemi siiski võimalik leevendada.

Dehüdratsiooniga kaasneb organismis naatriumi, kaaliumi ja teiste vajalike elektrolüütide puudujääk. Selle vältimiseks tuleb juua piisavas koguses vett ja spordijooke.

Füüsilise pingutuse hindamise üheks kriteeriumiks on muutused SLS-s, mida põhjustab organismi vedelikukadu ja glükogeenivarude ammendumine. Võimalike südamekahjustuste ärahoidmiseks võib sümpaatilise närvisüsteemi aktiivsus väheneda, mis põhjustab SLS-e langust.

Ultrajalgratturite vigastused hõlmavad traumasid, sundasendist tekkinud terviseprobleeme ja ülekoormusest tingitud terviseprobleeme. Paljusid tervisehädasid saab ennetada jalgrattaasendi ergonoomilisemaks muutmisega, abistavad vahendid on massaaž ja füsioteraapia.

Tehtud uurimistöö põhjal järeldeb autor, et ultrajalgrattasõidu ja teiste pikaajalist vastupidavust nõudvate alade harrastamisel on suur koormus sportlasele väga kurnav, kuid negatiivseid mõjusid organismile saab edukalt vältida või vähendada valmistades võistlusteks põhjalikult ette.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Armstrong LE, Johnson EC, McKenzie AL, Ellis LA, Williamson KH. Ultraendurance cycling in a hot environment: thirst, fluid consumption, and water balance. *J Strength Cond Res* 2015;29(4):869-876. doi:10.1519/JSC.0000000000000822
2. Bentley DJ, Millet GP, Vleck VE, McNaughton LR. Specific aspects of contemporary triathlon: implications for physiological analysis and performance. *Sports Med* 2002;32(6):345-359
3. Bescos R, Rodríguez FA, Iglesias X, Knechtle B, Benítez A, et al. Nutritional behavior of cyclists during a 24-hour team relay race: a field study report. *J Int Soc Sports Nutr* 2012a;9(3):1-11. doi:10.1186/1550-2783-9-3
4. Bescos R, Rodríguez FA, Iglesias X, Benitez A, Marina M, et al. High energy deficit in a ultraendurance athlete in a 24-hour ultracycling race. *Proc (Bay Univ Med Cent)*, 2012b;25(2):124-128
5. Brouns F, Saris WHM, Stroecken J, Beckers E, Thijssen R, et al. Eating, drinking, and Cycling. A controlled Tour de France Simulation Study, Part II. Effect of Diet Manipulation. *Int J Sports Med* 1989;10:41-48
6. Casa DJ, Armstrong LE, Hillman SK, Montain SJ, Reiff RV, et al. National Athletic Trainers' Association Position Statement: fluid replacement for athlete. *J Athl Train* 2000;35(2):212-224. doi:10.4085/1062-6050-48.2.25
7. Chlibkova D, Knechtle B, Rosemann T, Žakovska A, Tomaškova I, et al. Changes in foot volume, body composition, and hydration status in male and female 24-hour ultra-mountain bikers. *J Int Soc Sports Nutr* 2014;11(1):1-12. doi:10.1186/1550-2783-11-12
8. Clemente-Suarez VJ. Changes in Biochemical, Strength, Flexibility, and Aerobic Capacity Parameters after a 1700 km Ultraendurance Cycling race. *Biomed Res Int* 2014;1-8. doi:10.1155/2014/602620
9. Convertino VA, Armstrong LE, Coyle EF, Mack GW, Sawka MN, et al. American College of Sports Medicine Position Stand: Exercise and Fluid Replacement. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28(1):i-vii
10. Coyle E, Montain S. Carbohydrate and fluid ingestion during exercise: Are there trade-offs?. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24(6):671-678

11. Douglas PS, O'Toole ML, Hiller WD, Hackney K, Reichek N.  
Electrocardiographic diagnosis of exercise-induced left ventricular hypertrophy. *Am Heart J* 1988;116(3):784-790
12. Eberle SG. *Endurance Sports Nutrition*. 3rd ed. Champaign: Human Kinetics; 2014
13. Fink HH, Mikesky AE, Burgoon LA. *Practical Applications in Sports Nutrition*. 3rd ed. Ameerika Ühendriigid: Jones & Bartlett Learning, LLC, an Ascend Learning Company; 2011
14. Hargreaves M, Finn JP, Withers RT, Halbert JA, Scroop GC, et al. Effect on muscle glycogen availability on maximal exercise performance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1997;75(2):188-192
15. Hoffman MD, Hew-Butler T, Stuenkel KJ. Exercise-associated hyponatremia and hydration status in 161-km ultramarathoners. *Med Sci Sports Exerc* 2013;45(4):784-791. doi: 10.1249/MSS.0b013e31827985a8
16. Jeukendrup A, Diemen A. Heart rate monitoring during training and competition in cyclists. *J Sports Sci* 1998;16:91-99. doi: 10.1080/026404198366722
17. Knechtle B, Schwanke M, Knechtle P, Kohler G. Decrease in body fat during an ultra-endurance triathlon is associated with race intensity. *Br J Sports Med* 2008;42 (7):609-613
18. Knechtle B, Wirth A, Knechtle P, Rosemann T, Rüst CA, et al. A comparison of fat mass and skeletal muscle mass estimation in male ultra-endurance athletes using bioelectrical impedance analysis and different anthropometric methods. *Nutr Hosp* 2011;26(6):1420-1427. doi: 10.1590/S0212-16112011000600032
19. Knechtle B, Enggist A, Jehle T. Energy turnover at the Race Across America- RAAM. *Int J Sports Med* 2005;26(6):499-503
20. Knechtle B. Relationship of Anthropometric and Training Characteristics with Race Performance in Endurance and Ultra-Endurance Athletes. *Asian J Sports Med* 2014;5(2):73-90
21. La Gerche A, Boyle A, Wilson AM, Prior DL. No evidence of sustained myocardial injury following an Ironman distance triathlon. *Int J Med* 2004;25(1):45-49. doi: 10.1055/s-2003-45236
22. Laslett L, Eisenbud E, Lind R. Evidence of myocardial injury during prolonged strenuous exercise. *Am J Cardiol* 1996;78(4):488-490
23. Laursen P, Rhodes EC. Factors affecting performance in an ultraendurance triathlon. *Sports Med* 2001;31(3):195-209



24. Lepers R, Knechtle B, Stapley PJ. Trends in Triathlon Performance: Effects of Sex and Age. *Sports Med* 2013;43(9):851-863
25. Neumayr G, Pfister R, Mitterbauer G, Maurer A, Hoertnagl H. Effect of ultramarathon cycling on the heart rate in elite cyclists. *Br J Sports Med* 2004;38(1):55-59
26. Neumayr G, Pfister R, Mitterbauer G, Gaenzer H, Sturm W, et al. Heart rate response to ultraendurance cycling. *Br J Sports Med* 2003;37:89-90
27. Neumayr G, Gaenzer H, Pfister R, Sturm W, Schwarzacher SP, et al. Plasma levels of cardiac troponin I after prolonged strenuous endurance exercise. 2001;87(3):369-371
28. Rehrer N. Fluid and electrolyte balance in ultra-endurance sport. *Sports Med* 2001;31(10):701-715
29. Santalla A, Earnest CP, Marroyo JA, Lucia A. The Tour de France: An Updated Physiological Review. *Int J Sports Physiol Perform* 2012;7(3):200-209
30. Schumacher YO, Ahlgrim C, Prettin S, Pottgiesser T. Physiology, Power Output, and Racing Strategy of a Race Across America Finisher. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(5):885-889. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181fec009
31. Shoak MA, Knechtle B, Knechtle P, Rüst CA, Rosemann T, et al. Participation and performance trends in ultracycling. *Open Access J Sports Med* 2013;4:41-51
32. Silberman MR. Bicycling Injuries. *Curr Sports Med Rep* 2013;12(5):337-345. doi:10.1249/JSR.0b013e3182a4bab7
33. Singh A, Pelletier PA, Deuster PA. Dietary requirements for ultraendurance exercise. *Sports Med* 1994;5:301-308
34. Stewart IB, Stewart KL. Energy balance during two days of continuous stationary cycling. *J Int Soc Sports Nutr* 2007;4(15):1-6
35. Urso C, Brucculery S, Caimi G. Physiopathological, Epidemiological, Clinical and Therapeutic Aspects of Exercise-Associated Hyponatremia. *J Clin Med*. 2014;3(4):1258-1275. doi: 10.3390/jcm3041258
36. Zalcman I, Guarita HV, Juzwiak CR, Crispim CA, Antunes HK, et al. Nutritional status of adventure racers. *Nutr* 2007; 23(5):404-411
37. Zaryski C, Smith DJ. Training principles and issues for ultra-endurance athletes. *Curr Sports Med Rep* 2005;4(3):165-170. doi:10.1186/2046-7648-3-1
38. Whitfield AH. Too much a good thing? The danger of water intoxication in endurance sport. *Br J Gen Pract* 2006;56(528):542-545
39. Whyte G. Age, sex and the race: gender and geriatrics in the ultra-endurance race. *Extrem Physiol Med* 2014;3(1):1. doi:10.1186/2046-7648-3-1

## *Summary*

**Maarja Kuuskvere**

### **Ultra-endurance exercise effect on the athlete's body**

Ultra-endurance sport is relatively new which means that its influence on the human body is not yet fully comprehended. Ultra-endurance sport includes many different contests. The distances and duration of the contests vary greatly. The best known long duration cycling event is Tour de France.

Ultra-endurance exercise causes many changes in the human body which the athlete must take into consideration to maximise the performance. The aim of this bachelor's study was to give an overview of the great energy expenditure, negative energy balance, liquid consumption and its losses and the increase in heart rate of the athletes during ultra-endurance events. Most of the information used in this study is taken from scientific articles and books about cycle sport.

Ultra-endurance athletes stand out, on average, in terms of higher age, since many athletes of this field are mainly over the age of 30. The sport events included in this study varied in distance and profile of the track, the athletes varied in age and capability which makes the comparison of the results difficult. Competitions with duration from one day to up to several weeks were described.

All kinds of physical activities require energy for which consuming food is essential. One of the biggest problems in ultra-endurance sport is high energy expenditure and low food consumption resulting in poor restoration of energy. Many athletes are unable to consume adequate amounts of food during the event to meet their needs. Due to an athlete's individual peculiarities, it is advisable to prepare suitable nutritional plans on an individual basis.

High glycogen levels in the liver and muscles is substantial in ultra-endurance sport. Depletion of glycogen stores results in fatigue. High level of carbohydrates should be consumed before, during and after the competition to restore glycogen levels.

A lot of fluids are lost through sweating during intensive physical activities. It has been reported that competing athletes can lose up to 20 litres of fluids through sweating alone. Fluids deficiency may result in poor performance. Dehydration occurs when the loss of body fluids exceeds the amount that is taken in. Risk of dehydration is increased when athletes don't consume enough water and hypotonic drinks during intensive training. Many studies demonstrate the presence of moderate dehydration despite carefully planned drinking scheme.

Deficiency of electrolytes like sodium and potassium is a common sign of dehydration. Consumption of fluids such as water and sports drinks help to prevent dehydration.

Monitoring the heart rate is one of the techniques to evaluate the difficulty of physical exercise. Changes in heart rate are mainly caused by dehydration and depletion of glycogen stores. Downregulation of the parasympathetic nervous system activity which in turn reduces heart rate may help prevent heart damage.

Most common problems that ultra-endurance athletes face are injuries such as trauma, long-term forced position and due to overload. Many problems can be prevented with simple adjustments of the bicycle and relieved with the help of massage and physiotherapy.

Based on this study it can be concluded that the intensity of ultra-endurance sport can be very exhausting and preparation is crucial to avoid negative effects on the human body.

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Maarja Kuuskvere (sünnikuupäev: 21.04.1988),

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Ultravastupidavusspordi mõju sportlase organismile,

mille juhendaja on Allar Kivil,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 18.01.2016

**Lisa 1.** Sportlase detailne info tarbitud toidu, jookide ja ravimite kohta (Bescos et al., 2012b).

	0-6 h	6-12 h	12-18 h	18-24 h	Kokku (g)
<b>Tarbitud</b>					
<b>Soolane toit (g)</b>					
Pasta oliivi õliga	-	224	133	200	557
Spordi batoonid	252	137	101	65	555
Puuviljad	-	513	-	243	756
Kana	-	-	-	70	70
Soolane liha	-	-	43	-	43
Leib	-	-	40	-	40
<b>Vedelikud (mL)</b>					
Spordijook (0% süsivesikuid)	-	-	2292	5714	8006
Spordijook (1,4% süsivesikuid)	1806	1830	1279	-	4915
Spordijook (7% süsivesikuid)	-	-	-	3080	3080
Vesi	1241	932	-	-	2173
Kofeiini sisaldavad joogid	-	250	330	580	1160
Vee sisaldus toidus	8	601	178	365	1152
Mahl	-	250	-	-	250
<b>Toidulisandid ja ravimid</b>					
Aminohapped (BCAA) (mg)	-	-	1000	1500	2500
Ibuprofeen (mg)	-	-	600	-	650
Aspiriin (mg)	-	-	-	200	200
<b>Analüüs</b>					
<b>Energia (kcal)</b>					
Tahke toit	1357	918	675	1108	4058
Vedelikud	121	211	388	793	1513
Kokku	1478	1129	1063	1901	5571
<b>Süsivesikud (g)</b>					
Tahke toit	260	164	106	192	722
Vedelikud	28	52	102	198	380
Kokku	288	208	208	390	1102
Koguenergiavajadus (%)	77.9	76.5	78.3	82.1	79.1
g/min	0.8	0.6	0.6	1.1	0.8
<b>Valgud</b>					
Tahke toit	23	19	15	29	86
Kogu energia (%)	6.2	6.7	5.6	6.1	6.2
Süsivesikute ja valkude suhe	12.5	11.4	13.9	13.4	12.8
<b>Rasvad</b>					
Tahke toit	26	21	19	25	91
Kogu energia (%)	15.6	16.7	16.1	11.8	14.7
Kofeiin (mg)	-	82	35	113	231
Naatrium (mg)	2201	2101	4752	7128	16.182

**Lisa 2** Tony Martin murdis 2015.aasta Tour the France´i kuuendal etapil rangluu.

<http://www.cyclingweekly.co.uk/racing/tour-de-france/tony-martins-abandons-tour-de-france-with-broken-collarbhone-181565>, 17.01.2016



**Lisa 3** Fabian Cancellara murdis 2015.aasta Tour the France´i kolmandal etapil kaks selgrootüli. <http://www.theguardian.com/sport/shortcuts/2015/jul/07/more-than-broken-back-to-stop-tour-de-france-cyclists-fabian-cancellara>, 17.01.2016

